

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

4)
12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 102 15 960 A 1**

51 Int. Cl. 7:
H 01 L 21/302

21 Aktenzeichen: 102 15 960.2
22 Anmeldetag: 11. 4. 2002
43 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:
Wacker Siltronic Gesellschaft für
Halbleitermaterialien AG, 84489 Burghausen, DE

74 Vertreter:
Rimböck, K., Dr., 81737 München

72 Erfinder:
Lundt, Holger, Dr., 84489 Burghausen, DE; Ripper,
Bert, Dipl.-Ing., 92353 Postbauer-Heng, DE; Simon,
Michael, Dipl.-Ing., 84577 Tüßling, DE; Wiesner,
Peter, 84533 Marktl, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Verfahren zur Herstellung von Halbleiterscheiben
57 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur
Herstellung von Halbleiterscheiben, enthaltend folgende
Schritt in der angegebenen Reihenfolge:
a) Auftrennen eines Halbleiter-Einkristalls in Scheiben,
b) Läppen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterschei-
ben,
c) Ätzen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterschei-
ben,
d) Feinschleifen wenigstens der Vorderseiten der Halblei-
terscheiben,
e) Ätzen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterschei-
ben,
f) Polieren der Halbleiterscheiben.

DE 102 15 960 A 1

DE 102 15 960 A 1

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von Halbleiterscheiben, insbesondere von Siliciumscheiben.

[0002] Halbleiterscheiben, insbesondere Siliciumscheiben, die in der Herstellung elektronischer Bauelemente Verwendung finden, werden aus stabförmigen Einkristallen des Halbleitermaterials hergestellt. Der Einkristallstab wird zunächst, meist mittels einer Drahtgattersäge ("multi wire saw", MWS), in dünne Scheiben aufgetrennt. Um daraus Halbleiterscheiben zu erhalten, die hinsichtlich Geometrie, Oberflächenbeschaffenheit und Kristallschäden für die Produktion elektronischer Bauelemente geeignet sind, ist eine Vielzahl zusätzlicher Prozessschritte notwendig, mit denen die Scheiben maßhaltig gemacht und von den durch den Trennvorgang verursachten Schäden befreit werden.

[0003] Zunächst werden die Kanten der gesägten Scheiben verrundet, d. h. mit einem definierten Profil versehen. Danach werden die Scheiben in der Regel einem Läppschritt unterworfen, bei dem mit Hilfe einer Suspension von Abrasivpartikeln einerseits die vom Sägen herrührende Oberflächenrauigkeit und -riefigkeit entfernt wird, andererseits die geschädigten Kristallbereiche ("subsurface damage") abgetragen und drittens die Scheiben planarisiert werden, um die Dickenvarianz der Scheiben zu reduzieren.

[0004] Anschließend werden die Scheibenoberflächen durch einen chemischen Ätzschritt weiter abgetragen und dadurch von verbleibenden Kristallschäden ("damage") befreit, die durch die vorangegangenen mechanischen Bearbeitungsschritte erzeugt wurden.

[0005] Am Ende der Bearbeitungskette stehen ein oder mehrere Polierschritte, die als Doppelseiten- oder Einseitenpolitur ausgeführt werden. Eine Einseitenpolitur wird in der Regel auf die Vorderseite der Halbleiterscheiben angewendet, auf der später die Bauelemente gefertigt werden.

[0006] Ein Nachteil dieser Prozessfolge ist, dass beim Läppen sehr viel Material abgetragen werden muss, was sich in einer langen Prozessdauer niederschlägt, da der Materialabtrag beim Läppen relativ langsam erfolgt. Beispielsweise werden je nach Läppverfahren und Größe der abrasiven Körner etwa 15 bis 40 Minuten benötigt, um 80 µm von einer Siliciumscheibe mit 200 bis 300 mm Durchmesser abzutragen. Ein Materialabtrag in dieser Größenordnung ist nötig, um die vom Sägeverfahren erzeugte Oberflächenriefigkeit und das Sägedamage vollständig zu entfernen. Ein weiterer Nachteil des Verfahrens ist die Verschlechterung der Scheibengeometrie durch den notwendigerweise großen Ätzabtrag, der zur Entfernung des Läppdamage notwendig ist.

[0007] Um die Prozessdauer beim Läppen zu reduzieren, wurde in der US 6,114,245 vorgeschlagen, vor dem Läppen einen Schleifschritt einzuführen. Dabei werden sequentiell beide Seiten der Halbleiterscheibe durch eine rotierende Schleifscheibe mit gebundenem Schleifkorn bearbeitet. Bei geeigneter Wahl des Schleifkorns ist so ein zeitsparender Materialabtrag von beispielsweise 45 bis 70 µm in weniger als einer Minute zu erreichen. Auf diese Weise wird die für den Läppschritt benötigte Zeit deutlich reduziert.

[0008] Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass nach dem Schleifschritt, der ein vergleichsweise geringes Damage verursacht, der mit relativ hohem Damage einhergehende Läppschritt folgt. So erzeugt das Läppen typischerweise eine Damagetiefe von 10 bis 15 µm, während beim Schleifen je nach Wahl des Schleifwerkzeugs eine Damagetiefe von nur 2 bis 8 µm erreicht werden kann. Die Folge ist, dass nach dem Läppen ein relativ großer Ätzabtrag zur Damage-Entfernung nötig ist. Die zu diesem Zweck einge-

setzte Strömungssätze führt aufgrund der Strömungsverhältnisse zu einem ortsabhängigen, ungleichmäßigen Ätzabtrag an der Scheibenoberfläche, zur Ausbildung einer ringförmigen Erhebung in der Nähe der Scheibenkante und zu einem Abfall der Ebenheit im äußersten Randbereich der Scheibe. Der Ätzschritt verschlechtert somit die Scheibengeometrie, es nimmt insbesondere die Gesamtdickenvarianz zu. Diese Erhöhung der Dickenvarianz insbesondere im Randbereich wirkt sich nachteilig auf die Geometrie und Nanotopographie (Unebenheiten auf der Oberfläche im Bereich von Nanometern) nach Polieren aus. Insbesondere der durch Ätzen erzeugte Randabfall führt nach Polieren zu einer Verschlechterung der lokalen Geometrie im Randbereich.

[0009] Alternativ wurde vorgeschlagen, den Schleifschritt nach dem Läppschritt durchzuführen, was aber, wie in der EP 1 005 069 A2 beschrieben, zu Problemen mit Schleifspuren führt, die auch nach einem deutlichen Polierabtrag noch als Mikrorauigkeit nachweisbar bleiben. Der genannten Schritt zufolge wird das Problem dadurch gelöst, dass nur die Rückseite der Halbleiterscheibe nach dem Läppen geschliffen wird. Anschließend wird die Scheibe doppelseitenpoliert und schließlich eine Endpolitur (Spiegelpolitur, "mirror polishing") der Vorderseite durchgeführt. In Bezug auf die Scheibenvorderseite entspricht dieses Vorgehen aber exakt der zuerst genannten Prozessfolge Läppen - Ätzen - Polieren, so dass die oben genannten Nachteile auch hier wieder auftreten. Hinzu kommt, dass das Verfahren nur für beidseitig polierte Scheiben anwendbar ist, nicht jedoch für die von vielen Bauelementherstellern gewünschten Scheiben mit geläppt-geätzter Rückseite (Einseitenpolitur).

[0010] Wird auch die Vorderseite der Halbleiterscheibe nach dem Läppen einem Schleifschritt unterworfen, so können die dabei entstehenden nachteiligen Schleifspuren gemäß EP 0 798 405 A2 vor der Politur mit Hilfe eines plasmaunterstützten Ätzverfahrens ("plasma-assisted chemical etching", PACE) entfernt oder zumindest reduziert werden. Dies erfordert jedoch einen erheblichen apparativen Aufwand, der sich in deutlich erhöhten Herstellungskosten niederschlägt.

[0011] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht daher darin, einerseits die Qualität der Scheibengeometrie insbesondere im Randbereich vor dem Polieren zu erhöhen und andererseits gleichzeitig eine Reduktion des Gesamtabtrags zu erreichen.

[0012] Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung von Halbleiterscheiben, enthaltend folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge:

- a) Auftrennen eines Halbleiter-Einkristalls in Scheiben,
- b) Läppen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterscheiben,
- c) Ätzen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterscheiben,
- d) Feinschleifen wenigstens der Vorderseiten der Halbleiterscheiben,
- e) Ätzen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterscheiben,
- f) Polieren der Halbleiterscheiben.

[0013] Die Erfindung stellt eine neuartige Kombination von Verfahrensschritten zur Herstellung von Halbleiterscheiben zur Verfügung, die es erlaubt, sowohl die Geometrie- und Nanotopographiequalität der polierten Scheiben zu erhöhen als auch Materialverluste zu minimieren bzw. die Ausbeute an Halbleiterscheiben bezogen auf das eingesetzte Material zu erhöhen.

[0014] Im Folgenden werden die einzelnen Schritte des

erfindungsgemäßen Verfahrens detailliert beschrieben. Die nach den einzelnen mechanischen Bearbeitungsschritten notwendigen und üblichen Reinigungsschritte sind nicht Gegenstand der Erfindung und werden daher nicht explizit erläutert.

[0015] In Schritt a) wird der Halbleiter-Einkristall mittels eines beliebigen Verfahrens nach dem Stand der Technik in Scheiben aufgetrennt. Bevorzugt wird jedoch eine Drahtgattersäge (MWS) eingesetzt, die simultan eine Vielzahl von Scheiben von einem Einkristall abtrennt. Dabei existieren zwei Varianten: Bei der als Trennschleifen bezeichneten Variante kommt ein Draht mit gebundenem Schneidkorn, beispielsweise mit gebundenen Diamanten, zum Einsatz. Dagegen arbeitet die als Trennläppen bezeichnete Variante mit einem Metalldraht, der mit einer Abrasivpartikel enthaltenden Schneidsuspension ("slurry") beaufschlagt wird. Bevorzugt wird hierbei ein Draht mit einem Durchmesser von 140 bis 180 μm und ein in einem Öl oder Glycol suspendiertes Abrasiv, vorzugsweise Siliciumcarbid mit Grade No. #600 bis 1000, eingesetzt. Eine typische Drahtgeschwindigkeit beträgt 8 bis 15 m/s bei vorzugsweise oszillierender Drahtbewegung. Die Sägezeit für einen zylindrischen Siliciumstab mit 200 mm Durchmesser beträgt unter diesen Bedingungen etwa sechs bis neun Stunden.

[0016] Besonders bevorzugt ist es, das Werkstück während des Auftrennens um die eigene Achse rotieren zu lassen, wie beispielsweise in US 6,295,977 B1 und DE 10 06 4066 A1 beschrieben ist (Rotations-MWS). Bei dieser Rotation wird das Werkstück um seine Längsachse vorzugsweise mit einer definierten Frequenz um den Winkel α gedreht, wobei $\alpha > 0^\circ$ und $\alpha < 360^\circ$. Die Frequenz dieser oszillierenden Drehung ist nicht identisch mit der Frequenz der Drahtbewegung. Im Vergleich zum herkömmlichen MWS-Verfahren wird durch die Werkstückrotation die Oberflächenriefigkeit, die von der oszillierenden Drahtbewegung herrührt, deutlich reduziert, was den beim nachfolgenden Läppschrift notwendigen Mindest-Materialabtrag senkt. Das Riefenmuster nach Sägen weist typischerweise eine Tiefe der Riefen von 20 bis 25 μm auf, die sich im Fall der Rotation auf 8 bis 12 μm reduziert (siehe Fig. 5). Gleichzeitig kann durch Rotations-MWS eine zeitliche Verkürzung des Trennvorgangs erreicht werden.

[0017] In Schritt b) wird durch Läppen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterscheiben das Sägedamage entfernt, d. h. es werden einerseits die durch Schritt a) geschädigten Kristallbereiche (Subsurface Damage) der Halbleiterscheiben abgetragen, andererseits wird die Oberflächenrauhigkeit und Riefigkeit minimiert und drittens die Planarität der Scheiben verbessert (Reduzierung der Gesamtdickenvarianz). Es kommt ein beliebiges Läppverfahren nach dem Stand der Technik zum Einsatz. Als Läppsuspension werden vorzugsweise Partikel aus Aluminiumoxid oder einem Gemisch aus Aluminiumoxid und Zirkonsilikat, bevorzugt mit Grade #600 bis #1500, besonders bevorzugt #1200 mit einer mittleren Korngröße von 7 μm , die in einem Trägermedium aus Wasser und Suspensionsadditiv suspendiert sind, eingesetzt. Bevorzugt werden genutete Läppplatten aus Gusseisen verwendet. Der Läppabtrag wird vorzugsweise an das in Schritt a) verursachte Sägedamage angepasst und beträgt im Fall des herkömmlichen MWS-Verfahrens etwa 50 bis 80 μm . Wird in Schritt a) das Rotations-MWS-Verfahren eingesetzt, ist in der Regel ein Läppabtrag zwischen 30 und 50 μm ausreichend.

[0018] Schritt c) umfasst ein nasschemisches Ätzen beider Seiten der Halbleiterscheiben nach dem Stand der Technik. Dabei kann sowohl alkalisch als auch sauer geätzt werden. Wegen einer effektiveren Entfernung von Metallkontaminationen wird bei Schritt c) jedoch eine saure Ätze bevorzugt.

Um die Verschlechterung der vor dem Ätzen erreichten Geometrie möglichst gering zu halten ist es dabei wichtig, die Strömung des Ätzmediums möglichst laminar erfolgen zu lassen und Turbulenzen weitgehend zu unterdrücken. Der Ätzabtrag beträgt 15 bis 50 μm , bevorzugt 20 bis 40 μm und entfernt die beim Läppen geschädigten Kristallbereiche (Subsurface Damage) bei gleichzeitiger Verminderung der Oberflächenrauhigkeit.

[0019] Schritt d) umfasst ein Feinschleifen der Vorderseiten der Halbleiterscheiben ("single side grinding", SSG). Dabei kommt eine handelsübliche SSG-Maschine nach dem Stand der Technik zum Einsatz, die vorzugsweise mit diamantbesetzten Schleifscheiben mit Korngrößen feiner als #1000 bestückt sind. Die feine Körnung verursacht lediglich eine geringe Schädigung des Kristallgitters, die im nachfolgenden kurzen Ätzschritt problemlos entfernt werden kann. Der Schleifprozess kann sowohl einstufig als auch zweistufig (Grobschliff gefolgt von einem Feinschliff) durchgeführt werden. Der Materialabtrag kann mit vorzugsweise 10 bis 25 μm vergleichsweise gering gehalten werden. Es wird vorzugsweise auf Zielmaß geschliffen, um die Dickenstreuung von Scheibe zu Scheibe vor Polieren zu minimieren. Durch den Schleifschritt wird die Geometrie der Scheibenvorderseite deutlich verbessert und die beim vorangegangenen Ätzen erhöhte Dickenvarianz auf einer Scheibe (GBIR: "global backside referenced ideal range") wieder reduziert. Dabei wird insbesondere die durch eine Turbulenz beim Ätzen im Randbereich entstandene Dickenkontur weitgehend eliminiert. Dadurch wird beispielsweise die Gesamtdickenvarianz auf einer Scheibe (GBIR) von etwa 1,2 bis 2,2 μm auf etwa 0,3 bis 0,7 μm reduziert.

[0020] In Schritt e) werden nochmals beide Seiten der Halbleiterscheiben analog zu Schritt c) nasschemisch geätzt. Da jedoch nun die durch Schleifen minimierte Dickenvarianz erhalten bleiben soll, wird vorzugsweise alkalisch geätzt. Der Ätzabtrag ist vorzugsweise deutlich geringer als in Schritt c) und beträgt bevorzugt 0,5 bis 5 μm . Dies ist ausreichend, um die durch das Feinschleifen der Scheibenvorderseiten geschädigten Kristallbereiche abzutragen, so dass der nötige Polierabtrag in Schritt f) gegenüber dem Stand der Technik reduziert werden kann. Außerdem reduziert der Ätzschritt die beim Feinschleifen entstandene Oberflächenrauhigkeit, die jedoch ohnehin gegenüber der Rauhigkeit nach Läppen stark reduziert ist. Der geringe Materialabtrag im zweiten Ätzschritt e) führt zu einer deutlich weniger ausgeprägten Geometrieverschlechterung als ein üblicherweise nach einem Läppschrift erforderlicher Ätzabtrag von bis zu 40 μm . Besonders ist dabei hervorzuheben, dass die bei langer Ätze im Randbereich entstehende Dickenkontur und der sonst stark ausgeprägte Randabfall weitestgehend vermieden wird, was sich sehr vorteilhaft auf die lokale Geometrie und Nanotopographie nach Polieren auswirkt.

[0021] Schritt f) ist eine Politur, wobei ein bekanntes Verfahren nach dem Stand der Technik zum Einsatz kommt. Vorzugsweise wird nur die Vorderseite der Halbleiterscheibe poliert, d. h. einer Einseitenpolitur unterzogen. Bei der Politur wirkt sich vorteilhaft aus, dass aufgrund der reduzierten Oberflächenrauhigkeit der geschliffen-geätzten Scheibe eine Abtragsreduzierung erfolgen kann und der Polierabtrag vorzugsweise weniger als 10 μm beträgt.

[0022] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Reduktion des Gesamtabtrags von bisher typischerweise 115 μm auf typischerweise ca. 72 bis 92 μm , was einer Ausbeuteerhöhung gegenüber den Verfahren nach dem Stand der Technik um etwa 2 bis 4% bezogen auf den Materialeinsatz entspricht. Die Ausbeuteerhöhung führt zusammen mit den aus dem verringerten Abtrag resultierenden reduzierten Hilfsstoffverbrauch zu einer deutlichen Kosten-

einsparung bei der Herstellung von Halbleiterscheiben.

[0023] Der nach dem ersten Ätzen durchgeführte Schleifschritt gewährleistet außerdem eine definierte Scheibenform und eine geringe Dickenstreuung von Scheibe zu Scheibe. Dazu kommen Geometrie- und Nanotopographievorteile wegen der beim Schleifen optimierten Geometrie, die wegen des geringen Ätzabtrags vor dem Polierschritt auch beibehalten werden kann. Die Scheibenrückseite hat jedoch im Fall einer einseitigen Politur der Vorderseite nach wie vor die von vielen Bauelementherstellern geforderte geläppt-geätzte Beschaffenheit.

Beschreibung der Figuren

[0024] Fig. 1 veranschaulicht einen Standard-Ablauf zur Herstellung von Halbleiterscheiben nach dem Stand der Technik ohne Schleifschritt.

[0025] Fig. 2 veranschaulicht einen anderen Ablauf nach dem Stand der Technik (gemäß US 6,114,245).

[0026] Fig. 3 veranschaulicht den erfindungsgemäßen Ablauf, wobei sich 3a und 3b durch den gewählten Sägeprozess unterscheiden.

[0027] Fig. 4 zeigt einen Vergleich der Scheibengeometrie zwischen einer nach dem Stand der Technik hergestellten Siliciumscheibe nach einem Ätzschritt und einer erfindungsgemäß hergestellten Siliciumscheibe nach Schleifschritt und zweitem Ätzschritt, ausgedrückt als GBIR.

[0028] Fig. 5 zeigt die Oberflächenriefigkeit nach MWS mit und ohne Rotation des Werkstücks

[0029] Fig. 6 stellt schematisch den Randabfall der Halbleiterscheibe nach dem ersten Ätzschritt (Schritt c)) und nach Feinschleifen (Schritt d)) dar.

[0030] Fig. 7 zeigt einen Vergleich der lokalen Geometrie (SFQR_{max}: "site front-surface referenced least square range") einer Siliciumscheibe mit 200 mm Durchmesser nach Polieren zwischen einer nach dem Stand der Technik hergestellten und einer erfindungsgemäß hergestellten Siliciumscheibe.

[0031] Im Folgenden wird die Leistungsfähigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand von Beispielen und Vergleichsbeispielen dargestellt:

Vergleichsbeispiel 1

[0032] Siliciumscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm werden gemäß der in Fig. 1 dargestellten Methode prozessiert. Nach dem Sägen und Kantenverrunden werden die Scheiben geläppt, wobei 80 µm Material abgetragen werden (40 µm Abtrag auf jeder Seite), um das Damage des vorangegangenen Sägeverfahrens zu entfernen und die Scheibe zu planarisieren (Reduzierung der Dickenvarianz über die gesamte Scheibe, diese Dickenvarianz wird im Folgenden als GBIR beschrieben). Zur Entfernung des Läppdamage folgt anschließend ein Ätzschritt mit einem Abtrag von 35 µm. Verfahrensbedingt führt dieser Ätzabtrag zu einer Erhöhung des GBIR gegenüber dem Wert, der nach Läppen erreicht wurde. Nach Ätzen beträgt der GBIR typischerweise durchschnittlich 1,6 µm. Vor der nachfolgenden Abgabe an den Polierschritt wurden insgesamt in Summe 115 µm Silicium entfernt.

Vergleichsbeispiel 2

[0033] Siliciumscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm werden gemäß der in Fig. 2 dargestellten Methode (gemäß US 6,114,245) nach dem Sägen beidseitig geschliffen mit einem Abtrag von 27,5 µm pro Seite. Aufgrund der so verbesserten Scheibengeometrie vor Läppen kann der an-

schließende Läppabtrag auf 25 µm reduziert werden, was sich insgesamt positiv auf den GBTR nach Läppen auswirkt. Ein nachfolgender Ätzabtrag von 35 µm erhöht abermals den GBIR, der nach Läppen erreicht wurde. Sein Wert liegt dann typischerweise durchschnittlich bei 1,2 µm, wie Fig. 4 zeigt. Zwar verringert sich gegenüber Vergleichsbeispiel 1 die Bearbeitungsdauer beim Läppen, aber der Gesamtabtrag vor Polieren beträgt immer noch, wie bei Vergleichsbeispiel 1, 115 µm.

Beispiel 1

[0034] Siliciumscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm werden gemäß der in Fig. 3a dargestellten Methode nach Sägen und Kantenverrunden geläppt mit einem Abtrag von 30 µm pro Seite. Danach folgt ein Ätzabtrag von nur 20 µm (10 µm pro Seite), was zu durchschnittlichen GBIR-Werten von typischerweise 1,1 µm führt. Gegenüber Vergleichsbeispiel 2 kann der Ätzabtrag reduziert werden, da nun anschließend ein Feinschliff auf der Vorderseite erfolgt, bei dem 10 µm Material entfernt werden. Dieser Feinschliff führt zu einem GBIR-Wert von lediglich durchschnittlich 0,4 µm. Es folgt eine kurze weitere Ätze mit lediglich 2 µm Materialabtrag, wodurch der GBIR-Wert kaum noch beeinträchtigt wird.

[0035] Fig. 4 zeigt die Summenhäufigkeit einer globalen Dickenvariation (GBIR, gemessen mit 3 mm Randausschluss) von Siliciumscheiben mit 200 mm Durchmesser nach dem Ätzschritt gemäß Vergleichsbeispiel 2 im Vergleich zu der Summenhäufigkeit nach Schleifen und zweitem Ätzschritt gemäß Beispiel 1. Es zeigt sich, dass der Mittelwert der Verteilung nach dem Ätzschritt gemäß Vergleichsbeispiel 2 bei etwa 1,2 µm liegt, während er nach Schleifen und zweitem Ätzschritt gemäß Beispiel 1 bei etwa 0,4 µm liegt, was den deutlichen Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens verdeutlicht. Hinzu kommt, dass der Gesamtabtrag vor Polieren in Beispiel 1 lediglich 92 µm beträgt, wodurch sich ein deutlicher wirtschaftlicher Vorteil ergibt.

[0036] Wie Fig. 6 zeigt, wird der Randabfall im Bereich der letzten 3 mm bis zum Scheibenrand einer Siliciumscheibe mit 200 mm Durchmesser fast vollständig eliminiert, wenn die Scheibe nach dem ersten Ätzschritt geschliffen wird. Diese Eliminierung des Randabfalls bewirkt eine deutliche Verbesserung der lokalen Geometrie (SFQR_{max}, gemessen mit 2 mm Randausschluss und einer Site-Größe von 22 × 22 µm), wie Fig. 7 zeigt. Die aufgetragene Verteilungskurve zeigt, dass sich der Mittelwert des SFQR_{max} im Fall des erfindungsgemäßen Ablaufs gemäß Beispiel 1 auf 0,12 µm reduziert (im Vergleich zu 0,19 µm für den Ablauf gemäß Vergleichsbeispiel 2).

Beispiel 2

[0037] Siliciumscheiben mit einem Durchmesser von 200 mm werden gemäß der in Fig. 3b dargestellten Methode dadurch hergestellt, dass während des Sägens eine Drehung um die eigene Achse durchgeführt wird, wobei der Drehwinkel dieser oszillierenden Drehbewegung 3 Grad beträgt (Rotations-MWS). Die so hergestellten Scheiben zeichnen sich dadurch aus, dass die Oberflächenriefigkeit der gesägten Scheiben gegenüber dem herkömmlichen Sägeverfahren stark reduziert ist. Fig. 5 zeigt den dabei erreichten TIR Wert ("total indicated reading", entspricht dem maximalen Wert zwischen peak und valley) der Riefen. Es zeigt sich, dass der beim herkömmlichen MWS-Verfahren erreichte TIR-Wert von 20 µm durch Rotations-MWS auf 10 µm reduziert wird. Dadurch kann der Läppabtrag auf lediglich 40 µm reduziert

werden, gefolgt von 20 µm Abtrag im ersten Ätzschrift, 10 µm Abtrag beim Feinschleifen und 2 µm Abtrag beim zweiten Ätzschrift. Es ergibt sich ein Gesamtabtrag vor Polieren von nur 72 µm gegenüber 115 µm in Vergleichsbeispiel 2.

[0038] Ein weiterer Vorteil des Feinschleifens nach dem ersten Ätzschrift ist die deutlich reduzierte Oberflächenrauigkeit der so geschliffenen und anschließend kurzgeätzten Scheiben. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, den Polierabtrag so zu reduzieren, dass er weniger als 10 µm beträgt.

[0039] Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei der Herstellung von Halbleiterscheiben, insbesondere von Siliciumscheiben, angewendet werden. Auch wenn in der Beschreibung der Erfindung und der bevorzugten Ausführungsformen nur die für die Erfindung wesentlichen Schritte beschrieben sind, können selbstverständlich weitere Schritte, z. B. zur Reinigung, zur thermischen Behandlung oder zum Aufbringen epitaktischer Schichten, durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Halbleiterscheiben, enthaltend folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge:
 - a) Auftrennen eines Halbleiter-Einkristalls in Scheiben,
 - b) Lappen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterscheiben,
 - c) Ätzen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterscheiben,
 - d) Feinschleifen wenigstens der Vorderseiten der Halbleiterscheiben,
 - e) Ätzen der Vorder- und Rückseiten der Halbleiterscheiben,
 - f) Polieren der Halbleiterscheiben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Schritt a) mit einer Drahtgattersäge durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiter-Einkristall während des Auftrennens um den Winkel α um seine Achse gedreht wird, wobei $\alpha > 0^\circ$ und $\alpha < 360^\circ$.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ätze c) nach Lappen als saure Ätze ausgeführt wird mit einem Abtrag von 15 bis 50 µm.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schleifschritt d) mit Körnungen auf der Schleifscheibe von weniger als #1000 durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ätzabtrag des zweiten Ätzschrifts e) geringer ist als der des ersten Ätzschrifts c).
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ätzabtrag des Ätzschrifts e) zwischen 0,5 und 5 µm liegt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Politur eine einseitige Politur der Vorderseiten der Halbleiterscheiben ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Polierabtrag in Schritt f) weniger als 10 µm beträgt.

- Leerseite -

Fig. 1

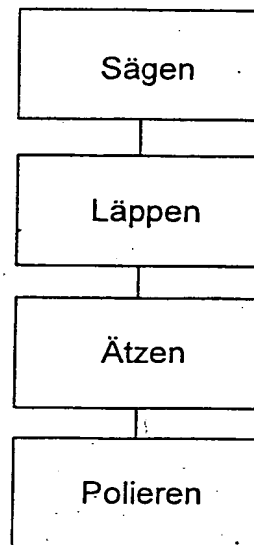


Fig. 2

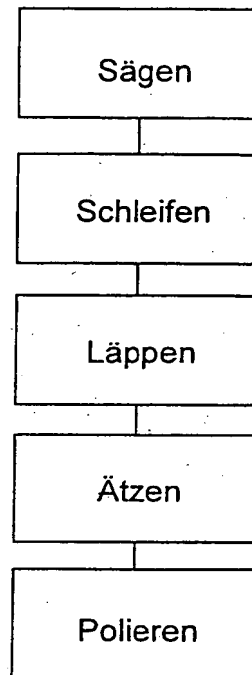


Fig. 3a



Fig. 3b

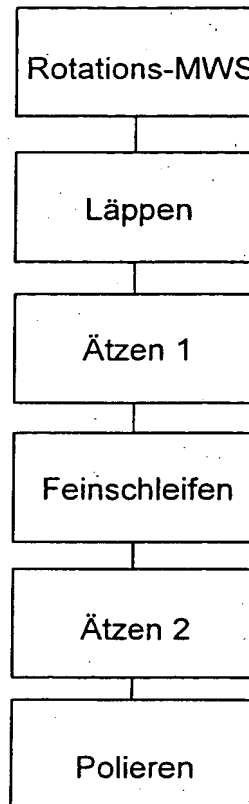


Fig. 4

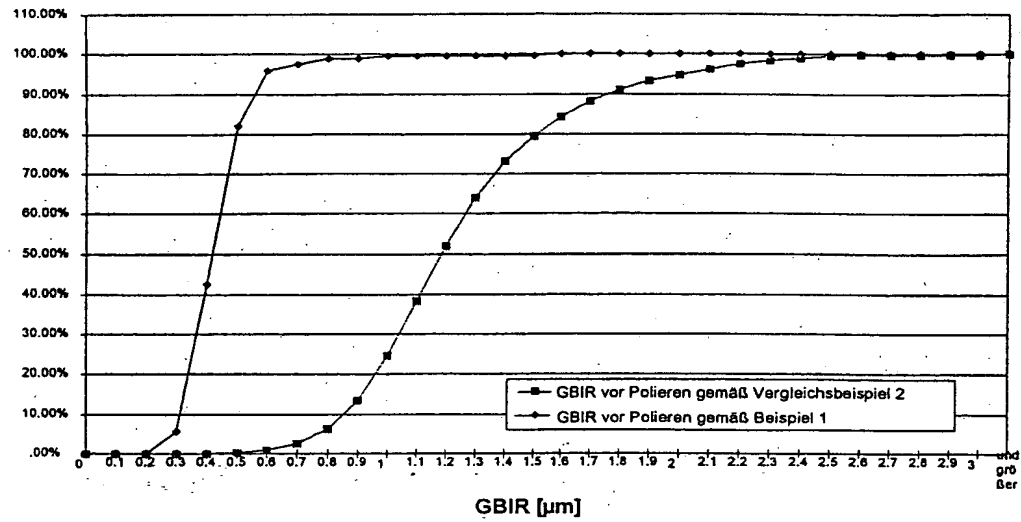


Fig. 5

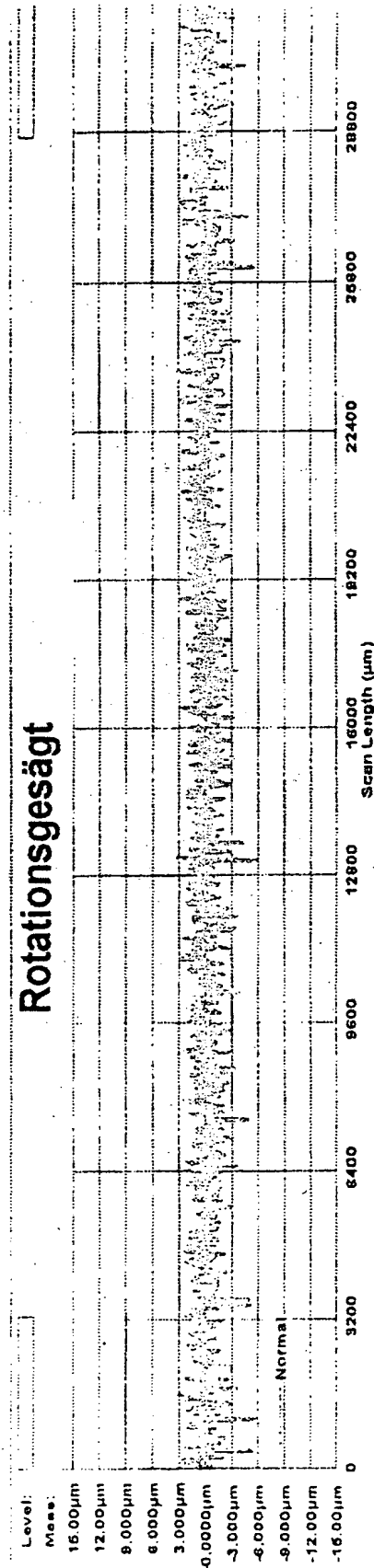
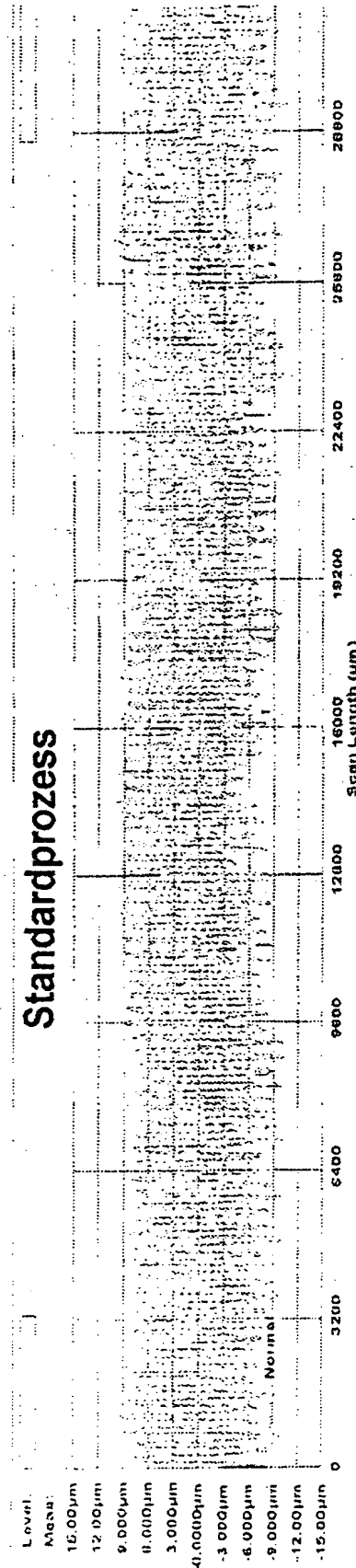


Fig. 6

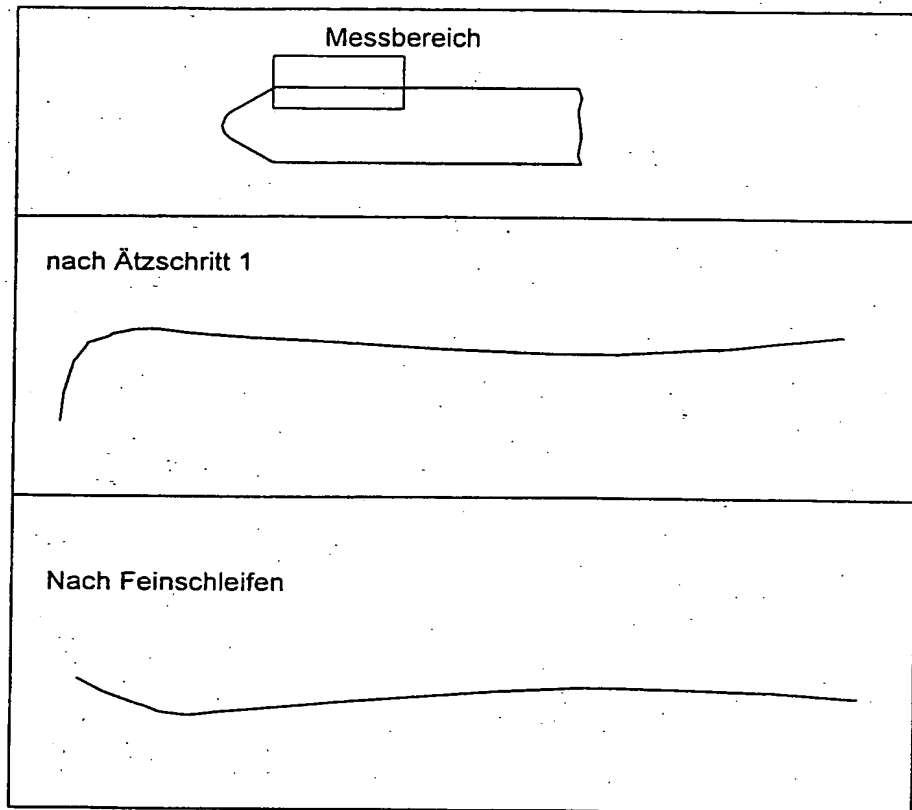


Fig. 7

